

# 台灣農場動態最適投資行爲之研究 —最適控制方法的應用\*

李朝賢 邱泰穎 劉欣芸\*\*

## 壹、前言

過去台灣農業的快速成長與資本累積有著密切的關係，投資在農業的發展上，扮演著相當重要的角色。因為資本的累積不僅可以提高農場的生產力，而且可以促進農業結構的改善。由於經濟體系是動態的，投資行爲本質上非常複雜，以某一種一般化的模型來解釋投資行爲並非合適，應考慮動態的調整過程爲宜。以往有關農業投資行爲的研究大都使用靜態投資支出分析法，以總體加總資料分析爲主，嚴重忽視個別農場因作物型態與耕作規模不同對資本需求所造成差異性的影響。由於農場在不同作物型態與耕作規模時，其資本調整速度與資本累積具差異性，此差異在政策上深具意義。因此研究農業投資行爲除利用總體資料分析之外，應針對個別農場的投資行爲進行分析，如此才能了解整體農業投資的全貌。當使用總體資料進行分析時，在方法論上存在下列缺點：①在沒有先驗訊息提供下，逕以傳統生產函數從事農業投入產出之研究，可能產生線性重合及假設條件過多的缺失。②以靜態分析方法無法得知影響投資行爲的因素以及動態調整過程。③直接以總體資料建立總和成本函數進行分析，容易產生加總偏誤問題（aggregation bias）。另外李朝賢（1990）的研究結果指出，農業投資需求會因產品與地區性的不同而產生顯著性的差異。本文擬進一步深入探討個別農場的動態投資行爲，以彌補總體研究的缺陷，並藉由個別農場投資行爲的研究來引導農業

---

\* 本文之完成承蒙國科會之補助(計畫編號：NSC82-0301-H005-003)，特表致謝。

\*\*作者分別爲國立中興大學農業經濟研究所教授、國立中興大學農業經濟研究所博士班研究生、國立中興大學農業經濟學系助教。

金融的政策方向。

在方法上為突破傳統的投資分析法，本研究擬使用最適控制（optimal control）理論的方法，針對農場投資行為進行動態行為分析。其具體研究目的如下：

1. 建立農場動態投資函數。
2. 分析不同作物型態與耕作規模農場的資本投資效率。
3. 探討固定投入因素對其他非固定投入因素需求的影響。
4. 分析農場動態投資需求函數之參數及相關彈性，並說明其政策涵義。

為達成上述研究目的，本研究嚐試以民國61年至80年的台灣農家連續記帳資料中的稻作、複合及果樹農場的投資行為進行動態分析。

## 貳、動態投資模型之建立

本研究係以極小化原理的最適控制方法建立動態投資行為模型，此模型包含成本函數、動態投資函數及因素需求函數，經由此模型分析不同作物型態與耕作規模農場的資本投資效率以及固定投入因素對其他非固定投入因素需求的影響及相關彈性值。完整模型建立步驟如下：

### 一、動態投資函數的建立：

$$\text{生產函數} \quad Q = F(X, K, \dot{K}, s, t) \quad \text{-----(1)}$$

X：變動投入要素

K：準固定投入要素

$\dot{K}$ ：準固定投入要素存量

s：固定投入要素

t：時間，為技術條件

假設生產函數具有強凹性及  $\partial Q / \partial K < 0$ ，最後一次隱含調整成本存在。假設農場係追求未來總成本支出流量現值極小化，且滿足生產函數與內部邊際調整成本遞增現象，因此成本極小化目標函數及限制條件可設立如式(2)所示。

$$\begin{aligned} \min L(0) &= \int_0^{\infty} [WX + q(\dot{K} + \delta K)] \exp(-rt) dt \\ \text{s.t. } Q &= F(X, K, \dot{K}, s, t) \\ K(0) &= K_0 \end{aligned} \quad \text{-----}(2)$$

W : 表示X 的價格向量

q : 表示資產購入價格

$\delta$  : 表示折舊率

r : 表示折扣率(或實質利率)

$[WX + q(\dot{K} + \delta K)]$  為毛投資支出

L(0) 代表某一時點的總成本支出

經由式(2)的控制變數K與X及狀態變數K之下，可以解出最適資本投資水準。變動投入要素的一階條件為式(3)

$$F_{X_i} = W_i, (i=1, 2, \dots, n) \quad \text{-----}(3)$$

如果用隱函數理論解式(3)，則短期因素需求條件變成式(4)

$$X^*(t) = X [W(t), K(t), \dot{K}(t), Q(t), s, t] \quad \text{-----}(4)$$

如果定義  $G [W(t), K(t), \dot{K}(t), Q(t), s, t] = W(t)X^*(t)$  表示為受限制成本函數，且為式(1)的對偶函數，則必須滿足下列條件：

(1) G 為要素價格(W)的非遞減函數，為(準)固定投入S(K)的非遞增函數。

(2) G 為W 的一階齊次函數，為W 的凹函數。

(3) G 為K 與S 的凸函數且為產出Q 的單調遞增函數。

(4) 符合 Shephard's lemma 型態。

以G(·)代入式(2)得到式(5)

$$L(0) = \int_0^{\infty} [G(\cdot) + q(\dot{K} + \delta K)] \exp(-rt) dt \quad \text{-----}(5)$$

對式(5)中的  $\int_0^\infty [q\dot{K}] \exp(-rt) dt$  作部份積分可得到

$$\begin{aligned} L(0)+qK(0) &= \int_0^\infty [G(\cdot) + uK] \exp(-rt) dt \\ &= \int_0^\infty \beta(\cdot) dt \end{aligned} \quad \text{-----}(6)$$

$u$  為資本使用成本， $(u=q(i + \delta - \frac{\dot{q}}{q}))$ ， $i$  為名目利率)

設立Hamilton function  $H(\cdot)$ 以進一步應用Pontryagin 的 Maximum Theorem。成本極小化有解的必要及充分條件如式(7)。

$$\frac{\partial H}{\partial \dot{K}} = 0, \quad \frac{\partial H}{\partial K} = -\dot{\lambda} \quad \text{-----}(7)$$

將式(6)表示成式(7)的條件可得到式(8)與式(9)

$$\partial H / \partial \dot{K} = \exp(-rt)G_k + \lambda = 0 \quad \text{-----}(8)$$

$$-\partial H / \partial K = -\exp(-rt)(G_k + u) = \dot{\lambda} \quad \text{-----}(9)$$

將式(8)對時間作微分，並代入式(9)得式(10)

$$G_{kk}\ddot{K} + G_{kk}\dot{K} - G_k - rG_k - u = 0 \quad \text{----- (10)(註)}$$

註：式(8)對時間作微分為  $-re^{-rt}G_k + e^{-rt}\dot{G}_k + \dot{\lambda} = 0$

式(9)作移項處理  $\dot{\lambda} = -e^{-rt}(G_k + u)$ ，將 $\dot{\lambda}$ 代入上式得

$$-re^{-rt}G_k + e^{-rt}\dot{G}_k - \lambda e^{-rt}(G_k + u) = 0$$

$$\text{所以 } -rG_k + \dot{G}_k - G_k - u = 0$$

$$\begin{aligned} \text{然而 } \dot{G}_k &= \frac{d}{dt} \left( \frac{\partial G}{\partial \dot{K}} \right) = \frac{dK}{dt} \left( \frac{\partial}{\partial K} \left( \frac{\partial G}{\partial \dot{K}} \right) \right) + \frac{d\dot{K}}{dK} \frac{\partial}{\partial \dot{K}} \left( \frac{\partial G}{\partial \dot{K}} \right) \\ &= \dot{K} G_{kk} + \ddot{K} G_{kk} \end{aligned}$$

$$\text{所以 } -rG_k + \dot{K} G_{kk} + \ddot{K} G_{kk} - G_k - u = 0$$

當資本存貨達到均衡時,  $\dot{K} = \ddot{K} = 0$ , 所以  $K = K^*$ ,  $\dot{K} = \ddot{K} = 0$   
式(10)就可進一步簡化成式(11)

$$-G_k = rG_k + u \quad \text{-----(11)}$$

式(11)的等號左式代表由於資本的邊際調整成本增加, 所導致的成本下降程度, 而等號的右邊表示使用成本加上實質利率乘以邊際調整成本。所以式(11)為資本投資的長期均衡條件。如果  $rG_k = 0$ , 則(11)可以縮減為  $-G_k = u$ , 恰符合邊際生產力理論。

由式(10)在  $\dot{K}^* = 0$  與  $K = K^*$  下, 作線性展開, 可得到更明顯的長期均衡條件, 如式(12)所示。

$$G_{kk}\ddot{K} + (G_{kk} - G_{kk} - rG_{kk})\dot{K} - (G_{kk} + rG_{kk})(K - K^*) = 0 \quad \text{-----(12)(註)}$$

當  $G_{kk} = 0$  而且  $G_{kk} = 0$ , 則式(12)可簡化為式(13)

$$G_{kk}\ddot{K} - rG_{kk}\dot{K} - G_{kk}(K - K^*) = 0 \quad \text{-----(13)}$$

為了將式(13)化成齊次式, 則令互補函數 (complementary function)  $K_0 = A \exp(at)$  代入式(13), 則可得式(14)二次式。

註：由式(11)知  $-u = G_k + rG_k$  對  $K^*$  作泰勒一階展開得

$$G_k + rG_k \approx G_k \Big|_{K=K^*} + rG_k \Big|_{K=K^*} + G_{kk}(K - K^*) + rG_{kk}(K - K^*) + G_{kk}(\dot{K} - \dot{K}^*) + rG_{kk}(\dot{K} - \dot{K}^*)$$

$$\text{因爲 } \dot{K}^* = 0, \text{ 所以可知 } G_k + rG_k \approx G_k \Big|_{K=K^*} + rG_k \Big|_{K=K^*} + G_{kk}K + rG_{kk}K + G_{kk}\dot{K} + rG_{kk}\dot{K}$$

又  $G_{kk}\ddot{K} + G_{kk}\dot{K} - G_k - rG_k - u = 0$ , 所以得到式(12)

$$G_{kk}\ddot{K} + (G_{kk} - G_{kk} - rG_{kk})\dot{K} - (G_{kk} + rG_{kk})(K - K^*) = 0$$

$$G_{kk}a^2 - rG_{kk}a - G_{kk} = 0 \quad \text{-----(14)(註1)}$$

穩定解(stable solution)爲  $a = \frac{[r - (r^2 + 4G_{kk}/G_{kk})^{1/2}]}{2}$  (註2)

令  $K = K_0 + K_p$ ，而  $K_p = K^*$  為方程式的解，則

$$K = K_0 + K_p = A \exp(at) + K^* \quad \text{----- (15)}$$

利用式(15)對時間(t)作微分得到動態投資函數如式(16)所示。

$$\begin{aligned} \dot{K} &= - \frac{[r - (r^2 + 4G_{kk}/G_{kk})^{1/2}]}{2} (K^* - K) \\ &= \beta(r)(K^* - K) \quad \text{-----(16)(註3)} \end{aligned}$$

式(16)所表示的動態投資函數與一般存貨調整投資函數有極大的差異，即  $\beta(r)$  並非是固定的而是實質利率的函數，且投資函數本身是從生產者的最適行為所導出來的。  $\partial \beta / \partial r < 0$ ，表示實質利率上升會導致最適資本存量發生落遲調整，以致投資會發生停滯現象。

註1：因為  $K_0 = Ae^{at}$ ，則  $\dot{K} = aAe^{at}$ ， $\ddot{K} = a^2Ae^{at}$  代入式(13)得

$$G_{kk}a^2Ae^{at} - rG_{kk}aAe^{at} - G_{kk}Ae^{at} = 0$$

註2：因為  $a = \frac{rG_{kk} \pm \sqrt{r^2G_{kk}^2 - 4G_{kk}G_{kk}}}{2G_{kk}}$

註3：因為  $K = K_0 + K_p = A \exp(at) + K^*$ ，對時間作微分得

$$\begin{aligned} \dot{K} &= aAe^{at} + \dot{K}^* \quad \text{而 } \dot{K}^* = 0 \quad \text{，所以} \\ \dot{K} &= a(K - K^*) = - \frac{[r - (r^2 + 4G_{kk}/G_{kk})^{1/2}]}{2} (K^* - K) \end{aligned}$$

## 二、成本函數與最適資本存量的決定

調整成本與邊際調整成本可以式(17)表示

$$C(\dot{K}) = \frac{1}{2} r_{kk}(\dot{K})^2, \quad \partial G / \partial \dot{K} = C_k(\dot{K}) = G_k = r_{kk}\dot{K} \quad \text{-----(17)}$$

調整成本與總成本的關係則可以式(18)表示

$$C(\dot{K}) > 0, \quad C_k(\dot{K}) > 0, \quad C_{kk}(\dot{K}) > 0, \quad C(0) = 0, \quad G_k(\dot{K}=0) = 0 \quad \text{--(18)}$$

在式(18)的限制下, 可令包含調整成本的總成本函數如式(19)所示

$$G = \alpha_0 + \alpha_k K + \alpha_Q Q + \alpha_t t + \alpha_{st} ST + \sum \alpha_j W_j + r_{sq} SQ + r_{sk} SK + r_{qk} QK + r_{tk} tk + \sum \alpha_{jt} W_j t \\ + \sum r_{iq} W_j Q + \sum r_{jk} W_j K + \sum r_{js} W_j S + 1/2 [ \sum \sum r_{ij} W_i W_j + r_{qq} Q^2 + r_{kk} K^2 + r_{ss} S^2 ] \\ \text{-----(19)}$$

其中 $W_i$ 與 $W_s$ 表示工資率與中間投入的價格, 為了表示成投入因素價格的一階齊次函數, 中間投入價格以其他投入價格作標準化平減。

因此式(16)可以式(20)表示

$$\dot{K} = - \frac{[ r - (r^2 + 4r_{kk} / r_{kk})^{1/2} ]}{2} (K^* - K) \\ = \beta(r) [K^* - K] \quad \text{-----(20)}$$

利用Shephard lemma由式(19)對因素價格作微分可分別得到因素需求函數如式(21)

$$\partial G / W_i = X_i^* = \alpha_i + \alpha_{it} t + r_{iq} Q + r_{ik} K + r_{is} S + \sum r_{ji} W_j \\ (i=L, M) \quad \text{-----(21)}$$

另外，再根據 Hamilton function 有解必要條件與式(19)，可得到長期最適資本存量如下：

$$K^* = -\frac{1}{r_{kk}} [\alpha_k k + r_{qk} Q + u + \sum r_{jk} W_j + r_{sk} S + r_{tk} t] \quad \text{----(22)}$$

經由上述步驟可知，農場在追求成本極小的目標之下，在考慮資本調整所發生的成本之後，農場最適資本存量決定於實際資本、產出、使用成本、變動投入因素價格、土地與時間等因素。將式(22)再代回式(20)，即得到可供推估的實證計量模型，如下：

$$\dot{K} = \frac{[r^2 - (r^2 + 4r_{kk}/r_{kk}^2)]}{2} \cdot \left[ -\frac{\alpha_k k + r_{qk} Q + u + \sum r_{jk} W_j + r_{sk} S + r_{tk} t}{r_{kk}} - k \right] \quad \text{----(23)}$$

### 三、農場資本投資效率的衡量

本研究所採用的投資效率衡量指標與一般所使用的益本比例分析及財務分析的槓桿比例方法有所不同。本文透過動態最適控制方法所得到的最適資本存量，即代表農場的投資最具效率。由此可在時間路徑上，觀察農場的實際資本存量是否已趨近於最適資本存量，並藉以判斷農場投資是否具有效率。另外我們可將式(22)作全微分，可獲得最適資本存量組成因素對最適資本存量變動的貢獻，如下：

$$\Delta K^* = -\frac{1}{r_{kk}} [r_{qk} \Delta Q + \Delta u + \sum r_{jk} \Delta W_j + r_{sk} \Delta S + r_{tk} \Delta t] \quad \text{----(24)}$$

根據式(24)中各組成因素的正負符號及係數大小可知對最適資本存量變動的影響方向及貢獻程度。



#### 四、固定投入對其他非固定投入因素需求的影響

當農場達到最適資本存量時，當然亦使總成本達到極小。因此可進一步分析，農場在最適資本存量下，其他因素的最適需求量與影響因素為何？透過因素需求函數可證明 Le Chatelier Principle 在個別農場是否成立。

將式(21)對變動因素價格( $W_i$ )作偏微分可得到短期、中期及長期因素自身價格需求彈性，即

$$\frac{\partial \ln X_t(W, Q, K, S, t)}{\partial \ln W_i} = \frac{\partial X_t(W, Q, K, S, t)}{\partial W_i} \times \frac{W_i}{X_t}$$

$$= \left[ r_{ii} + r_{ik} \frac{\partial k}{\partial \dot{k}} \cdot \frac{\partial \dot{k}}{\partial W} \right] \times \frac{W_i}{X_t}$$

因  $I_t = K_{t-1} + K_t$ ，所以  $\frac{\partial K_t}{\partial \dot{K}_t} = 1$ ，以及由式(23)偏微分可得

$$\frac{\partial K}{\partial W_i} \sim -\beta \cdot \frac{r_{ik}}{r_{kk}}$$

$$\therefore \frac{\partial \ln X_t(W, Q, K, S, t)}{\partial \ln W_i} = \left[ r_{ii} - \beta \cdot r_{ik}^2 / r_{kk} \right] \times \frac{W_i}{X_t} \quad \text{-----(25)}$$

式(25)中的  $\beta$  即為調整係數，當  $\beta = 0$  時，稱為短期自身價格需求彈性：

$$\epsilon_{ii}^{sr} = \partial \ln X_t / \partial \ln W_i = r_{ii} W_i / X_t \quad \text{-----(26)}$$

當  $0 < \beta < 1$  時，稱為中期自身價格需求彈性

$$\epsilon_{ii}^{mr} = \left[ r_{ii} - \beta \frac{r_{ik}^2}{r_{kk}} \right] W_i / X_t \quad \text{----- (27)}$$

當  $\beta = 1$  時，稱為長期自身價格需求彈性

$$\epsilon_{ii}^{lr} = [r_{ii} - r_{ik}^2 / r_{kk}] W_i / X_i \quad \text{-----} \quad (28)$$

根據 Le Chatelier Principle 所述，當資本的調整期間愈長，則需求價格彈性愈低的因素會與資本形成強的替代或互補關係，亦即自身價格彈性  $\epsilon_{ii}^{lr} < \epsilon_{ii}^{sr} < \epsilon_{ii}^{sr} < 0$  應該成立。本研究由投資函數(23)式與因素需求函數(21)式構成一聯立體系，首先利用 3SLS方法推估各參數，最後再利用FIML (full information maximum likelihood)推估出最終的參數值。透過(26)、(27)、(28)式之公式，可求出因素自身價格需求的長、中、短期彈性值，以驗證 Le Chatelier Principle的說法。

### 參、台灣農場動態投資行為模型之實證分析

本研究採用三階段最小平方方法 (3SLS) 及完全訊息最大概似法 (FMLE)，對投資效率、因素需求函數、固定投入因素對其他因素的影響 (包含Le Chatelier Principle的實證)及達到最適資本投資的最佳路徑等事項進行分析。實証結果與分析如下：

表一、二、三分別為稻作農場、果樹農場及複合農場的成本函數係數估計值，此成本函數係數大多能滿足成本函數的限制條件要求，例如  $\alpha_1、\alpha_n < 0$ ， $\alpha_q > 0$ ， $r_{sk} < 0$ 。



表一 稻作農場成本函數

變數	係數值	T值
$\alpha_0$	3.63	0.09
$\alpha_k$	2.15	8.27
$\alpha_q$	0.68	0.52
$\alpha_t$	-1.01	-1.59
$\alpha_{st}$	30.64	9.63
$\alpha_l$	7.89	1.10
$\alpha_m$	-1.46	-1.87
$\alpha_s$	7.02	1.76
$\Gamma_{sq}$	-0.51	-5.31
$\Gamma_{sk}$	-1.10	-7.16
$\Gamma_{qk}$	-2.21	-3.98
$\Gamma_{tk}$	0.88	0.36
$\alpha_{lt}$	1.18	3.69
$\alpha_{nt}$	-2.57	-4.40
$\Gamma_{lq}$	2.95	4.08
$\Gamma_{nq}$	-0.40	-0.48
$\Gamma_{lk}$	1.16	3.60
$\Gamma_{nk}$	3.31	4.38
$\Gamma_{ls}$	0.21	7.42
$\Gamma_{ns}$	-3.09	-3.45
$\Gamma_{lt}$	0.31	1.37
$\Gamma_{nt}$	0.53	4.50
$\Gamma_{lm}$	3.10	3.73
$\Gamma_{qq}$	6.44	2.48
$\Gamma_{kk}$	3.61	1.35
$\Gamma_{kk}^*$	1.12	2.29
$\Gamma_{ss}$	3.61	4.51



National Chung Hsing University

LOG likelihood function = 157.27

表二 果樹農場成本函數

變數	係數值	T值
$\alpha_0$	-11.00	-0.52
$\alpha_k$	5.04	-7.29
$\alpha_q$	0.32	0.78
$\alpha_t$	164.58	43.77
$\alpha_{st}$	-1.28	-0.82
$\alpha_l$	54.41	10.34
$\alpha_m$	102.64	20.68
$\alpha_s$	-4.35	-0.61
$\Gamma_{sq}$	11.92	0.10
$\Gamma_{sk}$	-3.68	-1.96
$\Gamma_{qk}$	-2.54	-0.57
$\Gamma_{tk}$	-5.70	-0.77
$\alpha_{lt}$	-6.10	-2.19
$\alpha_{mt}$	-1.53	-0.73
$\Gamma_{lq}$	1.82	5.49
$\Gamma_{mq}$	0.35	7.89
$\Gamma_{lk}$	-1.46	-2.16
$\Gamma_{mk}$	-4.45	-2.42
$\Gamma_{ls}$	4.67	2.52
$\Gamma_{ms}$	1.50	0.61
$\Gamma_{ll}$	-0.83	-2.19
$\Gamma_{mm}$	0.56	1.89
$\Gamma_{ln}$	-11.68	-1.83
$\Gamma_{qq}$	-0.32	-0.64
$\Gamma_{kt}$	6.89	5.81
$\Gamma_{kk}^*$	6.14	2.07
$\Gamma_{ss}$	-43.48	-1.69

National Chung Hsing University

LOG likelihood function =-158.57

表三 複合農場成本函數

變數	係數值	T值
$\alpha_0$	291.29	0.65
$\alpha_k$	71.46	105.37
$\alpha_q$	21.76	38.27
$\alpha_t$	2.80	39.75
$\alpha_{st}$	-225.92	-45.00
$\alpha_l$	106.45	19.92
$\alpha_m$	221.60	39.95
$\alpha_s$	-17.37	-2.37
$\Gamma_{sq}$	9.15	3.50
$\Gamma_{sk}$	-13.27	-2.82
$\Gamma_{qk}$	-1.12	-1.56
$\Gamma_{tk}$	-1.09	-1.02
$\alpha_{lt}$	2.15	24.32
$\alpha_{nt}$	2.25	0.91
$\Gamma_{lq}$	6.83	1.88
$\Gamma_{mq}$	7.51	1.62
$\Gamma_{lk}$	-0.41	-0.28
$\Gamma_{mk}$	0.20	1.21
$\Gamma_{ls}$	44.88	7.08
$\Gamma_{ms}$	-106.53	-18.54
$\Gamma_{lt}$	-0.47	-0.10
$\Gamma_{mt}$	0.27	4.48
$\Gamma_{lm}$	-0.76	-0.86
$\Gamma_{qq}$	-0.03	-0.27
$\Gamma_{kk}$	3.98	0.90
$\Gamma_{kk}$	-4.71	-0.17
$\Gamma_{ss}$	3.06	1.98

National Chung Hsing University

LOG likelihood function = 161.66

經由3SLS估計方法可得到動態投資需求函數與勞動，中間投入等因素需求函數。長期均衡最適資本存量可由動態投資需求函數轉換得知。表四代表不同作物別農場的實際資本存量與最適資本存量狀況。

表四 作物別農場實際與最適資本存量

單位：元

種 期 類 別	稻 作 農 場		果 樹 農 場		複 合 農 場	
	實際資本存量	最適資本存量	實際資本存量	最適資本存量	實際資本存量	最適資本存量
61	14,277	38,702	9,744	29,777	13,127	21,185
62	14,914	45,879	10,914	29,107	18,653	27,495
63	22,282	71,155	17,089	34,389	19,490	40,232
64	31,957	79,446	16,929	39,437	39,437	44,149
65	38,160	81,655	18,027	44,868	44,868	45,314
66	34,782	74,046	16,855	51,382	51,382	47,456
67	45,092	99,105	24,309	57,734	57,734	49,196
68	56,543	84,705	27,750	64,490	64,490	54,505
69	64,075	109,516	41,625	76,613	76,613	63,591
70	60,312	105,105	31,266	76,959	76,959	70,273
71	67,381	118,403	47,452	78,835	78,835	75,152
72	71,630	120,547	34,662	109,066	109,066	76,836
73	68,867	110,903	36,700	109,485	109,485	76,758
74	83,691	104,104	41,709	140,443	140,443	74,275
75	79,721	152,880	58,737	117,184	117,184	76,117
76	79,609	106,047	51,537	104,510	104,510	74,134
77	83,057	112,025	76,971	140,161	140,161	74,209
78	91,406	119,823	12,111	140,528	140,528	80,083
79	102,271	129,179	148,401	118,461	118,461	76,563
80	108,963	135,680	146,266	133,320	133,320	77,982

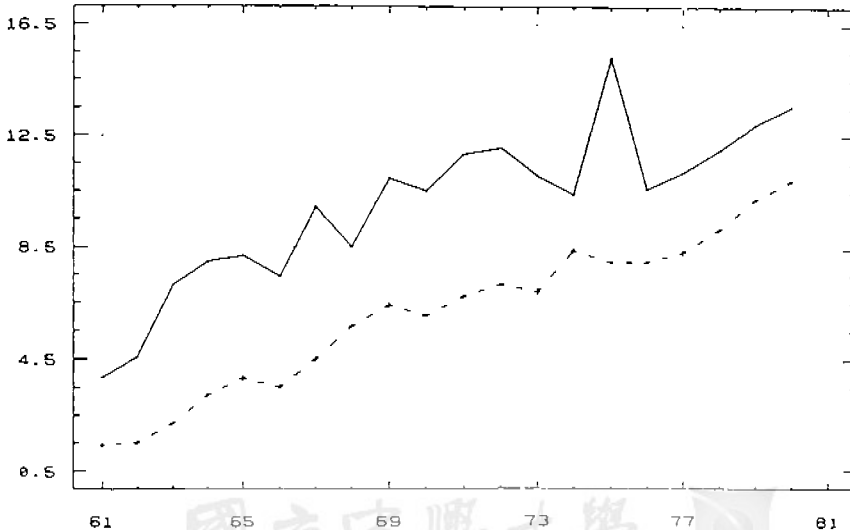
資料來源：本研究計算而得

由表四可知，就稻作農場而言，不論年度其實際資本存量均比最適資本存量為低，尤其民國75年其兩者差距最大，顯示稻作農場的農業機械並未達到投資效率，投資行為過於保守，新購機械行為較少發生。就果樹農場而言，民國78年以前其實際資本存量與稻作農場類似，均低於最適資本存量，但至民國79及80年，最適資本存量反較實際資本存量為低，顯示民國79年以後果樹農家有投資過剩行為。就複合農場而言，除了民國68年、69年、71年、73年、79年、80年以外，其餘歷年的實際資本存量均低於最適資本存量，顯示複合農場的投資行為具有多變性，其原因是否與農業機械貸款政策有關，值得進一步探討。將表四各作物別農場的實際資本存量與最適資本存量繪成圖一、二、三所示，更能顯示出不同作物別農場的投資行為差異性。

圖一 稻作農場實際與最適資本存量路徑圖

單位：元，年

(× 10000)



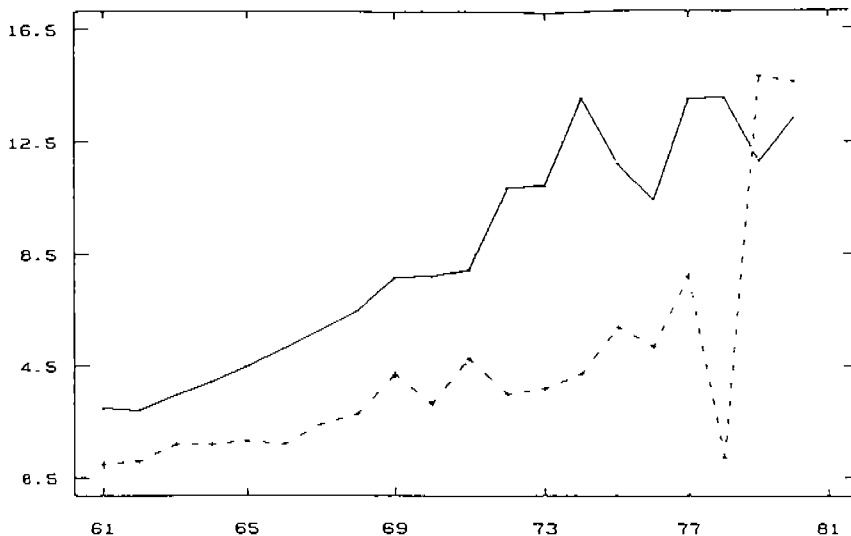
說明：· 表最適資本存量，+ 表實際資本存量

National Chung Hsing University

圖二 果樹農場實際與最適資本存量路徑圖

(× 10000)

單位：元，年

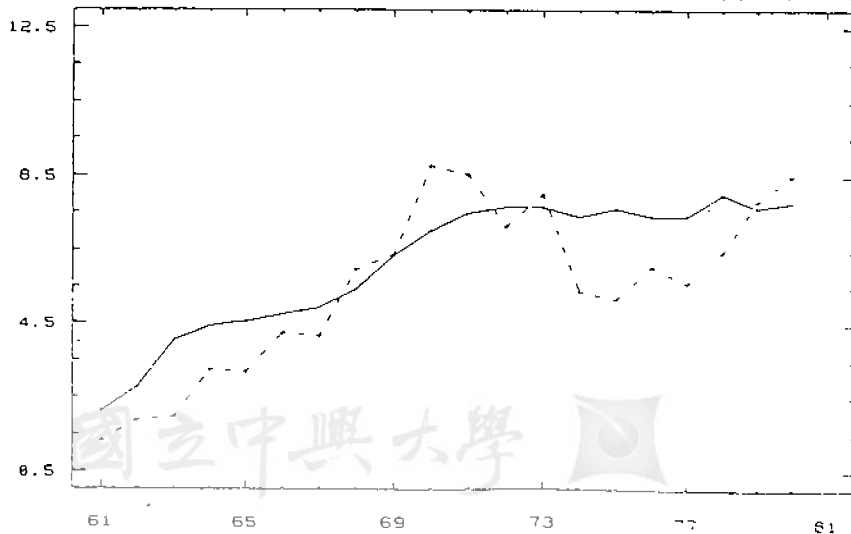


說明：• 表最適資本存量， + 表實際資本存量

(× 10000)

圖三 複合農場實際與最適資本存量路徑圖

單位：元，年



說明：• 表最適資本存量， + 表實際資本存量



表五為稻作、果樹與複合農場的調整係數表。表中係數值均小於1且大於零，表示符合投資函數穩定收斂的條件，而且經由本研究得知，不論何種作物別農場其調整係數均與實質利率呈遞減函數關係，顯示作物別農場的投資調整速度與農業機械貸款的實質利率有關，當實質利率下降有促進加速投資行為，而實質利率上升卻使投資行為減緩。由表可知，稻作農場於民國71年調整係數最小僅有0.14，顯示調整至長期最適資本存量需費時7年，而調整時間最長者為民國72年僅需2年。果樹農場的調整係數最小者分別是民國62年76年為0.14，調整至最適資本存量同樣需費時7年，而於民國71年的調整係數最大為0.52，調整時間為2年。複合農場於民國66年有比稻作及果樹農場更小的調整係數，其值為0.13，最大者為民國80年的0.54，最短調整時間與最長調整時間亦為7.7年與2年，均與上述兩種作物別農場相似。經由本研究以簡單迴歸方式分析調整係數與實質利率之關係結果顯示兩者為遞減函數關係。

表五 作物別農場資本調整係數

作物 年別	稻作農場	果樹農場	複合農場
61	0.26	0.16	0.39
62	0.21	0.14	0.32
63	0.15	0.34	0.40
64	0.20	0.39	0.28
65	0.14	0.41	0.33
66	0.26	0.34	0.13
67	0.19	0.22	0.13
68	0.41	0.34	0.25
69	0.17	0.40	0.34
70	0.34	0.23	0.37
71	0.14	0.52	0.18
72	0.47	0.17	0.36
73	0.26	0.28	0.26
74	0.23	0.41	0.38
75	0.34	0.29	0.48
76	0.43	0.14	0.35
77	0.12	0.40	0.26
78	0.29	0.51	0.44
79	0.40	0.26	0.47
80	0.25	0.17	0.54

資料來源：同表四。

表六為不同作物型態農場勞動需求函數表。由表可知  $r_{ll}$  均小於零，符合因素需求曲線斜率為負之條件， $r_{lk} < 0$  表示勞動與資本互為替代關係，顯示資本投入增加則勞動投入將減少。 $r_{ln} < 0$  表示勞動與中間投入因素互為互補關係，表示中間投入因素價格增加則中間投入將減少而勞動需求也隨之減少。

表七為不同作物型態農場中間投入需求函數表。由表顯示， $r_{nn}$  均小於零，表示中間投入因素需求函數符合需求曲線斜率為負的條件。 $r_{ln} < 0$  表示勞動價格(工資)增加則中間投入因素數量將減少，顯示中間投入與勞動互為互補關係。 $r_{nk} > 0$ ，表示中間投入量將隨資本投入的增加而增加，兩者互為互補關係。

經由表七與表八的分析可知，勞動與資本互為替代，而勞動與資本又分別與中間投入因素形成互補關係。

表六 不同作物型態農場勞動因素需求

作物型態	變 數						
	$\alpha_l$	$\alpha_{ln}$	$r_{ln}$	$r_{lk}$	$r_{ls}$	$r_{ll}$	$r_{ln}$
稻 作	-14399 (-1.35)	252.55 (1.85)	-0.50 (-1.09)	-5.67 (-4.27)	2046.2 (1.64)	-21.56 (-1.25)	-22.02 (-1.21)
果 樹	206.58 (0.63)	0.75 (0.68)	-40.65 (-9.80)	-1.62 (-3.51)	14.72 (1.39)	-38.72 (-0.68)	-15.04 (-2.78)
複 合	9879 (0.32)	219.93 (5.80)	-0.70 (-0.73)	-2.18 (-4.58)	1368 (0.40)	-4.09 (-7.40)	-26.78 (-5.17)

說明：( ) 表 t 值。

表七 不同作物型態農場中間投入因素需求

作物型態	變 數						
	$\alpha_n$	$\alpha_{nl}$	$\Gamma_{nl}$	$\Gamma_{nk}$	$\Gamma_{ns}$	$\Gamma_{nl}$	$\Gamma_{ls}$
稻 作	-54.45 (-4.08)	7.13 (0.43)	-0.03 (-0.71)	2.18 (2.03)	72.71 (0.48)	-2.28 (1.96)	-2.20 (-0.93)
果 樹	-3.01 (-1.91)	48.86 (2.53)	0.05 (0.73)	3.27 (7.14)	76.47 (0.27)	-0.01 (-0.42)	-1.15 (-0.23)
複 合	481.15 (3.87)	2.49 (0.15)	0.43 (2.18)	0.64 (2.94)	9.26 (0.74)	-4.42 (-2.00)	-0.18 (-0.75)

說明：( ) 表t 值。

表八為因素的自身價格彈性表。根據 Le Chatelier Principle 所述，當資本的調整期間愈長，則需求價格彈性低的因素會與資本形成強的替代或互補關係，亦即自身價格彈性  $\epsilon_{ll}^{ls} < \epsilon_{ll}^{nl} < \epsilon_{ll}^{nr} < 0$  應該成立，由表八可知，不論何種作物型態，其勞動與中間投入因素的自身價格彈性，短期價格彈性不僅大於中期價格彈性且大於長期價格彈性，因此証實 Le Chatelier Principle 在個別農場仍然成立。

將影響最適資本存量的因素對時間作微分，並與最適資本量作迴歸以表示當個別農場的資本投資無法達到最適水準時，應採何種途徑以達到最適狀況，分析結果如表九所示。

表八 不同作物型態農場因素自身價格彈性

作物型態	彈性	短期	中期	長期
稻作	勞動價格彈性	-0.12	-0.38	-0.48
	中間投入價格彈性	-2.20	-2.23	-2.30
果樹	勞動價格彈性	-0.18	-0.25	-0.38
	中間投入價格彈性	-1.31	-1.70	-2.02
複合	勞動價格彈性	-0.20	-0.31	-0.42
	中間投入價格彈性	-1.98	-2.12	-2.50

說明：所有彈性均以民國75年為基期價格計算。

表九 影響作物別農場最適資本變動因素表

變數 作物	$\Delta Q$	$\Delta U$	$\Delta W_1$	$\Delta W_n$	$\Delta S$	$\Delta t$	$\bar{R}^2$
稻作	0.61 (599.36)*	1.82 (0.94)	6.98 (3.49)	-1.76 (-0.70)	-444.41 (-1.72)	7.22 (1.40)	0.99
果樹	0.37 (557.72)*	-0.15 (-24.50)*	0.21 (64.96)*	-0.66 (-224.66)*	-0.54 (-12.32)*	0.82 (104.34)*	0.99
複合	0.28 (248.82)*	0.34 (4.07)*	0.10 (492.63)*	-0.49 (-282.05)*	3.35 (348.06)*	-0.27 (-45.05)*	0.98

說明：1. ( ) 表t 值。

2.\* 表自由度為14，5%顯著水準。

就稻作農場而言，中間投入因素價格與耕作規模對最適資本存量變動的影響方向為負，但均不顯著。正向影響因素中則以產量變動影響較大，亦即產量增加有助於資本有效利用，而勞動價格上升可使資本多用，促進資本達到最適使用狀況。

就果樹農場而言，其負向影響除了中間投入因素價格與耕作規模之外尚有使用成本，而且三項影響因素均極顯著，顯示可經由降低中間投入價格與使用成本而達到資本的最適狀態。正向影響因素則以產量及勞動價格上升來達成，其中又以產量增加的效果最大。

就複合農場而言，負向影響因素為中間投入價格與時間，其餘為正向影響因素，其中又以勞動價格與耕作規模影響最大。經由上述分析可知，不論作物別農場要達到最適資本存量，其正向影響因素以產量增加最重要，其次為勞動價格上升，而負向影響因素以降低中間投入價格為最重要。

表十、十一、十二分別為耕作規模1公頃以下，1至2公頃及2公頃以上農場的成本函數估計值，此成本函數係數值均能符合成本函數的限制條件需要，例如  $\alpha_1, \alpha_n < 0, \alpha_q > 0, r_{sk} < 0$ 。

經由3SLS估計方法得到動態投資需求函數與因素需求函數，最適資本存量由動態投資需求函數間接求得。表十三表示不同耕作規模農場的實際資本存量與最適資本存量狀況。就耕作規模低於1公頃的農場而言，除民國68年之外其餘各年實際資本存量均低於最適資本存量，只有民國79年差距較大，其餘各年差距並不明顯，顯示耕作規模在1公頃以下的農場的資本使用效率顯著，在狹小的耕地上充分使用所擁有的農機設備。就耕作規模1至2公頃間的農場而言，民國63年、66年與69年的資本投資幾乎達到最適水準，然自民國70年開始實際資本存量與最適資本存量的差距愈大。就耕作規模大於2公頃的農場而言，自民國63年開始實際資本存量均低於最適資本存量，尤其民國77年兩者差距最大，達到4萬餘元，爾後兩者的差距又逐漸縮小，顯示資本使用效率逐漸獲得改善。以上分析結果亦可由觀察圖四、五、六不同耕作規模農場實際與最適資本存量路徑圖得到。

表十四係不同耕作規模農場資本調整係數。調整係數的倒數即代表農場資本調整至最適狀況時的所需時間。由表可知，耕作規模在1公頃以下的農場，調整時間最短為民國71年調整至最適資本存量僅需2年，最長調整時間為民國68年與69年，調整至最適狀態約需6年左右，除了少數幾個年度的調整時間在5年以上，大多數的年度所需調整時間均在4年以下，顯示1公頃以下農場的資本存量能在短期間透過資本設備更新而達到最適資本存量。耕作規模在1至2公頃的農場，最短的調整時間約1.92年，比1公頃以下農場的最短調整時間還短，就全期觀察，其調整所需時間要比1公頃以下農場來得短。耕作規模在2公頃以上農場，民國66年的調整時間為6.67年，是所有耕作規模中調整時間最長者，其他年度的調整時間大約3至5年。

表十 耕作規模1公頃以下農場成本函數

變數	係數值	T值
$\alpha_0$	-9.59	-0.46
$\alpha_k$	-2.51	-0.44
$\alpha_q$	8.49	1.69
$\alpha_t$	1.68	0.88
$\alpha_{st}$	3.31	1.44
$\alpha_l$	-6.24	-2.43
$\alpha_m$	-7.41	-1.74
$\alpha_s$	0.14	0.45
$\tau_{sq}$	-5.64	-2.09
$\tau_{sk}$	-2.11	-0.43
$\tau_{qk}$	-0.52	-2.02
$\tau_{tk}$	-7.46	-3.71
$\alpha_{lt}$	-0.91	-0.19
$\alpha_{mt}$	0.93	0.22
$\tau_{lq}$	32.27	1.47
$\tau_{sq}$	-3.23	-2.48
$\tau_{lk}$	19.02	2.17
$\tau_{mk}$	-3.89	-2.01
$\tau_{ls}$	-17.02	-0.33
$\tau_{ms}$	11.91	5.31
$\tau_{ll}$	-1.16	-0.31
$\tau_{mm}$	-50.60	-0.45
$\tau_{lm}$	15.90	2.16
$\tau_{qq}$	-6.16	-3.14
$\tau_{kk}$	1.90	0.17
$\tau_{ll}$	1.38	0.40
$\tau_{ss}$	6.97	1.89

National Chung Hsing University

LOG likelihood function = 293.67

表十一 耕作規模1至2 公頃農場成本函數

變 數	係 數 值	T 值
$\alpha_0$	66.62	2.63
$\alpha_k$	3.05	-0.33
$\alpha_q$	8.02	0.20
$\alpha_t$	-2.09	-1.48
$\alpha_{st}$	45.68	1.37
$\alpha_l$	-1.82	-0.30
$\alpha_m$	-2.86	-2.29
$\alpha_s$	27.20	1.81
$\gamma_{sq}$	-1.28	-1.82
$\gamma_{sk}$	-20.05	-3.16
$\gamma_{qk}$	-0.69	-3.27
$\gamma_{tk}$	1.03	1.18
$\alpha_{lt}$	11.11	2.92
$\alpha_{nt}$	-1.07	-1.14
$\gamma_{lq}$	26.44	2.07
$\gamma_{mq}$	-21.02	-0.21
$\gamma_{lk}$	-6.35	-0.19
$\gamma_{mk}$	15.05	2.61
$\gamma_{ls}$	-7.74	-1.23
$\gamma_{ms}$	5.49	2.62
$\gamma_{ll}$	3.80	1.31
$\gamma_{mm}$	-2.98	-1.15
$\gamma_{lw}$	-9.73	-2.66
$\gamma_{qq}$	-6.72	-1.58
$\gamma_{kk}$	1.05	1.31
$\gamma_{kk}^{**}$	1.57	0.23
$\gamma_{ss}$	4.73	1.75

LOG likelihood function = 295.80

表十二 耕作規模2 公頃以上農場成本函數

變數	係數值	T 值
$\alpha_0$	2.98	0.23
$\alpha_k$	3.96	0.31
$\alpha_q$	0.95	1.12
$\alpha_t$	1.82	1.76
$\alpha_{st}$	3.27	1.51
$\alpha_l$	-24.34	-2.51
$\alpha_n$	-3.33	-1.31
$\alpha_s$	-2.09	-1.33
$r_{sq}$	2.22	2.18
$r_{sk}$	-7.74	-1.85
$r_{qk}$	3.26	1.32
$r_{tk}$	2.63	3.06
$\alpha_{lt}$	-1.32	-0.32
$\alpha_{nt}$	-2.52	-3.51
$r_{lq}$	-6.91	-1.69
$r_{nq}$	2.91	8.56
$r_{lk}$	-1.83	-2.28
$r_{nk}$	2.54	2.67
$r_{ls}$	1.55	0.32
$r_{ns}$	0.12	1.31
$r_{ll}$	2.43	0.17
$r_{nn}$	19.80	0.84
$r_{ln}$	-1.01	-2.51
$r_{qq}$	4.17	0.23
$r_{kk}$	-2.28	-1.11
$r_{kk}^{**}$	1.14	2.73
$r_{ss}$	0.35	0.33

國立中央大學

National Chung Hsing University

LOG likelihood function = 150.22



表十三 耕作規模別農場實際與最適資本存量 單位：元

年度	1 公頃以下		1 至 2 公頃		2 公頃以上	
	實際資本 存 量	最適資本 存 量	實際資本 存 量	最適資本 存 量	實際資本 存 量	最適資本 存 量
61	12,715	16,586	13,989	12,120	14,440	17,218
62	16,444	16,546	14,720	18,973	15,618	16,935
63	16,613	20,154	23,433	22,306	19,362	19,696
64	19,209	22,368	34,554	42,202	30,296	57,184
65	26,855	32,277	37,174	42,966	30,571	58,147
66	28,294	36,952	31,892	32,733	41,145	67,864
67	27,692	38,789	43,636	52,719	45,686	66,722
68	56,083	40,365	53,134	62,556	48,645	56,911
69	43,500	47,159	60,925	62,736	71,485	86,716
70	59,577	64,886	63,151	71,098	70,523	93,810
71	56,959	63,221	62,860	71,648	89,069	94,402
72	48,853	64,112	62,527	72,064	76,496	84,998
73	60,912	79,334	63,026	81,903	75,411	84,714
74	51,357	55,312	73,050	92,043	63,336	94,402
75	49,505	56,015	71,138	100,764	71,865	105,689
76	50,708	59,808	80,628	101,375	65,970	103,784
77	52,410	79,678	89,060	111,270	70,122	111,292
78	107,886	121,913	79,114	104,467	86,491	103,767
79	98,203	136,677	105,461	131,465	109,984	123,775
80	100,828	111,890	100,593	141,440	126,336	133,390

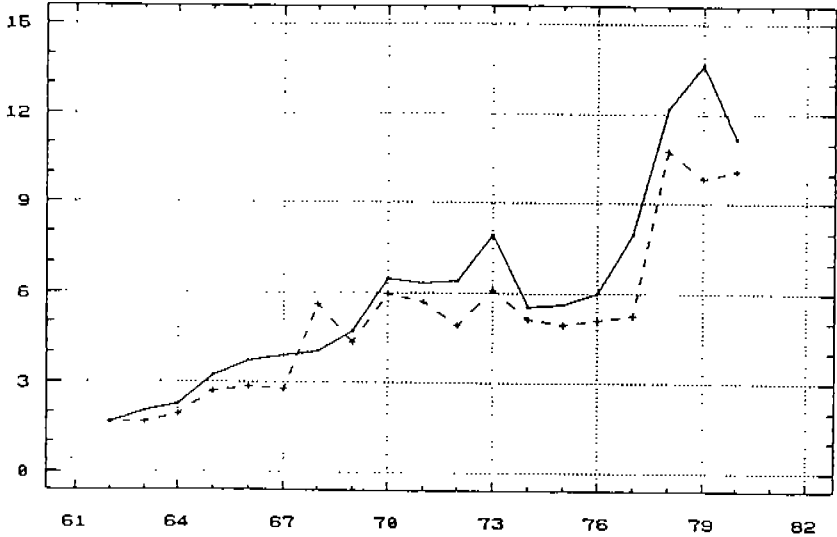
資料來源：本研究計算而得

National Chung Hsing University

圖四 耕作規模1公頃以下農場實際與最適資本存量路徑圖

(× 10000)

單位：元，年

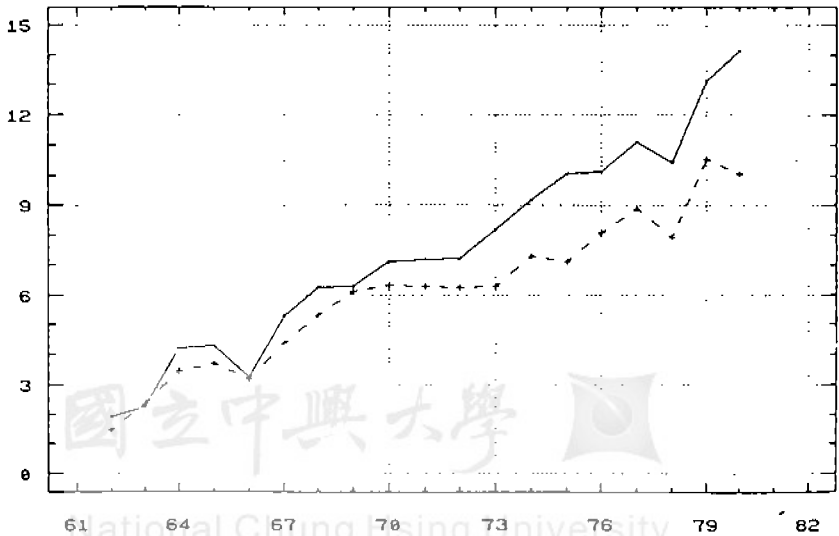


說明：•表最適資本存量，+表實際資本存量

圖五 耕作規模1至2公頃以下農場實際與最適資本存量路徑圖

(× 10000)

單位：元，年

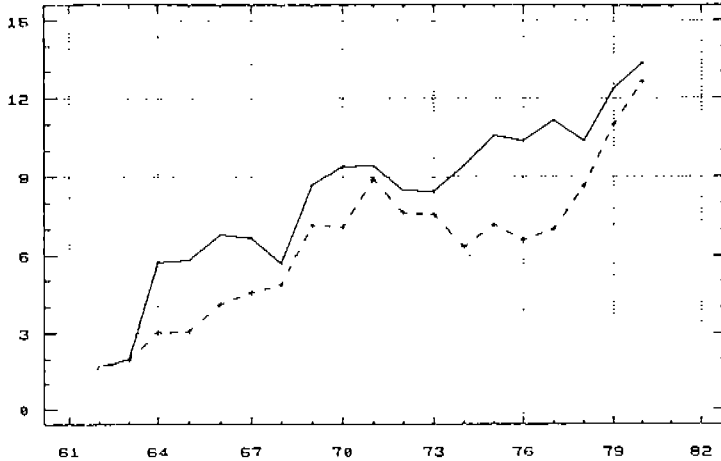


說明：•表最適資本存量，+表實際資本存量

圖六 耕作規模2公頃以上農場實際與最適資本存量路徑圖

(x 10000)

單位：元·年



說明：·表最適資本存量，+表實際資本存量

表十四 耕作規模別農場資本調整係數

規模年別	1公頃以下農場	1公頃至2公頃農場	2公頃以上農場
61	0.37	0.39	0.23
62	0.44	0.17	0.33
63	0.32	0.33	0.33
64	0.47	0.45	0.49
65	0.47	0.45	0.22
66	0.28	0.42	0.15
67	0.42	0.51	0.50
68	0.16	0.47	0.31
69	0.17	0.36	0.30
70	0.37	0.28	0.33
71	0.50	0.33	0.42
72	0.38	0.35	0.35
73	0.31	0.50	0.23
74	0.29	0.52	0.47
75	0.38	0.48	0.55
76	0.18	0.45	0.41
77	0.16	0.37	0.38
78	0.22	0.39	0.40
79	0.26	0.49	0.44
80	0.48	0.52	0.35

資料來源：同表四。

表十五係不同耕作規模農場的勞動需求表，由表可知不論耕作規模  $r_{11}$  均小於零符合因素需求曲線斜率為負之條件。 $r_{1k} < 0$  表示勞動與資本因素互為替代關係，表示資本投入的增加將使勞動投入減少。 $r_{1m} < 0$  表示勞動與中間投入因素互為互補關係，顯示勞動投入將隨中間投入因素價格的上升而減少。

表十五 耕作規模別農場勞動因素需求

耕作規模	變 數						
	$\alpha_1$	$\alpha_{1k}$	$r_{1q}$	$r_{1k}$	$r_{1s}$	$r_{11}$	$r_{1m}$
1 公頃以下	3287.30 (1.55)	-0.16 (-0.52)	0.32 (1.68)	-3.58 (-1.98)	20.94 (2.24)	-11.19 (-2.84)	-21.48 (-4.66)
1~2 公頃	4798.00 (6.07)	-0.34 (-0.30)	0.13 (1.87)	-0.95 (-1.69)	112.39 (0.52)	-7.66 (-1.70)	-13.92 (-2.60)
2 公頃以上	2494.90 (-0.42)	0.73 (2.73)	-1.03 (-1.62)	-4.63 (-1.16)	0.69 (0.32)	-69.94 (-1.38)	-94.50 (-1.52)

說明：( )表t 值

表十六係不同耕作規模別農場中間投入因素需求表。表中  $r_{1m} < 0$ ，顯示中間投入因素需求函數符合需求曲線斜率為負之條件。 $r_{1m} < 0$  表示勞動工資上升將使中間投入因素投入量減少，代表中間投入與勞動互為互補關係。 $r_{1k} < 0$ ，則表示中間投入量將隨資本投入的增加而增加，兩者互為互補關係。經由上述分析可知，勞動與資本互為替代，而勞動與資本又分別與中間投入因素形成互補關係。

表十七為投入因素的自身價格彈性表，由表顯示不同耕作規模農場，其勞動與中間投入因素的短期價格彈性皆不僅大於中期價格彈性且大於長期價格彈性，如此證實 Le Chatelier Principle 在耕作規模別農場亦成立。

表十六 耕作規模別農場中間投入因素需求

耕作規模	變 數						
	$\alpha_n$	$\alpha_{nt}$	$r_{mq}$	$r_{mk}$	$r_{ms}$	$r_{mz}$	$r_{ln}$
1 公頃以下	476.52 (1.16)	0.72 (0.80)	-0.11 (-1.79)	0.21 (2.10)	-251.83 (-1.98)	-0.37 (-0.29)	-2.65 (-2.44)
1~2 公頃	-216.85 (-0.85)	-0.11 (-1.16)	-0.33 (-1.46)	0.95 (0.32)	111.38 (2.58)	-1.59 (-1.34)	-4.43 (-3.06)
2 公頃以上	51.24 (1.15)	-1.16 (-2.04)	-1.17 (-0.49)	0.44 (1.19)	2.10 (2.81)	-0.95 (-0.27)	-4.92 (-1.68)

說明：()表t 值

表十七 耕作規模別農場因素自身價格彈性

耕作規模別	彈 性	短 期	中 期	長 期
1 公頃以下	勞動價格彈性	-0.19	-0.39	-0.62
	中間投入價格彈性	-0.01	-0.03	-0.67
1~2 公頃	勞動價格彈性	-0.44	-0.46	-0.60
	中間投入價格彈性	-0.03	-0.05	-0.06
2 公頃以上	勞動價格彈性	-0.26	-0.36	-0.57
	中間投入價格彈性	-0.01	-0.03	-0.04

說明：所有彈性均以民國75年為基期價格計算

表十八係將影響最適資本存量變動的因素對時間微分，再與最適資本存量變動量作迴歸，以了解不同耕作規模農場欲達到最適資本存量時所需採取的最短途徑。由表可知，就耕作規模在1公頃以下農場而言，使用成本、中間投入因素價格與時間對最適資本存量變動的影響為負，但均不顯著，正向影響因素則以耕作規模的影響最大，顯示1公頃以下農場可經由擴大耕作規模達到資本最適存量的目的。

就耕作規模1至2公頃的農場而言，負向影響因素僅有中間投入因素價格一項，但不顯著。正向影響因素則有產量、使用成本、勞動價格(工資)、耕作規模與時間等，其中又以勞動價格的影響較為顯著，表示經由勞動價格的上升將使勞動與資本間的替代效果更加明顯使得資本投入增加達到最適狀態。

就耕作規模2公頃以上農場而言，負向影響因素有產量及中間投入因素價格，其中以產量的影響較為明顯，正向影響因素有使用成本、勞動價格、耕作規模與時間等，其中以擴大耕作規模影響較為顯著。

經由上述分析可知，不論耕作規模別農場，要達到最適資本存量，擴大耕作規模是一項重要因素。

表十八 影響耕作規模別農場最適資本變動因素表

	$\Delta Q$	$\Delta U$	$\Delta W_1$	$\Delta W_2$	$\Delta S$	$\Delta t$	$\bar{R}^2$
1 公頃以下	5.31 (0.95)	-103.32 (-0.52)	680.66 (1.31)	-760.29 (-1.43)	24629.00 (3.63)*	-249.99 (-0.18)	0.24
1至2 公頃	1.08 (0.32)	193.54 (1.12)	692.33 (2.78)*	-358.80 (-1.50)	27766.00 (1.54)	1338.50 (1.27)	0.30
2 公頃以上	-3.31 (-2.60)*	357.11 (1.41)	529.29 (1.60)	-453.65 (-1.28)	1015.40 (2.90)*	1171.50 (1.34)	0.20

說明：1.( )表t 值

2.\* 表自由度為14，5%顯著水準。

## 肆、結論與建議

### 一、結 論

經由動態投資模型的建立與分析可獲得下列諸項重要結論：

1. 稻作農場不論各年度其實際資本存量均比最適資本存量為低，顯示稻作農場的農業機械未達到投資效率，投資行為過於保守。果樹農場於民國78年以前其實際資本存量與稻作農場類似，均低於最適資本存量，但自民國79年以後，則最適資本存量反較實際資本存量為低，顯示果樹農家有過度投資行為。複合農場的投資行為具多變性，於各年度中最適資本存量與實際資本存量互有消長。
2. 各種作物別農場的資本調整係數均與實質利率呈遞減函數關係，顯示各種作物別農場的調整速度與農機貸款的實質利率有關。各作物別農場的資本調整係數均小於1，最長調整週期為7年，最短調整週期為2年。耕作規模別農場的調整期間介於2至7年，其中耕作規模愈小者調整時間愈短，顯示較容易透過新購機械而達到最適水準。
3. 在不同作物別或耕作規模別農場均顯示出，勞動因素與資本互為替代，而勞動與資本又分別與中間投入因素形成互補關係。勞動與中間投入因素的短期自身價格彈性不僅大於中期價格彈性且大於長期價格彈性，證實 Le Chatelier Principle 在個別農場仍然可以成立。
4. 在分析如何達到最適資本存量最短途徑方面，就稻作農場而言，中間投入因素價格與耕作規模對最適資本存量變動的影響方向為負，但均不顯著。正向影響因素中則以產量變動影響較大，亦即產量增加有助於資本有效利用，而勞動價格上升可使資本多用，促進資本達到最適使用狀況。就果樹農場而言，其負向影響除了中間投入因素價格與耕作規模之外尚有使用成本，而且三項影響因素均極顯著，顯示可經由降低中間投入價格與使用成本而達到資本的最適狀態；正向影響因素則以產量及勞動價格上升來達成，其中又以產量增加的效果最大。就複合農場而言，負向影響因素為中間投入價格與時間，其餘為正向影響因素，其中又以勞動價格與耕作規模影響最大。經由上述分析可知，不論作物別農場要達到最適資本存量，其正向影響因素以產量增加最重要，其次為勞動價格，而負向影響因素以降低中間投入價格為最重要。

5. 耕作規模1公頃以下農場，除民國68年以外，其餘各年實際資本存量均低於最適資本存量，但與其他規模別農場相比較除民國79年差距較大外，其餘各年差距並不明顯，顯示1公頃以下農場的資本設備較其他耕作規模別農場充分利用。1公頃至2公頃規模的農場自民國70年以後實際與最適資本存量的差距日益明顯，顯示資本存量未達最適水準。而2公頃以上農場自民國78年以後資本投資日益獲得改善，縮小了兩者的差距。
6. 就耕作規模在1公頃以下農場而言，使用成本、中間投入因素價格與時間對最適資本存量變動的影響為負，但均不顯著；正向影響因素則以耕作規模的影響最大，顯示1公頃以下農場可經由擴大耕作規模達到資本最適存量的目的。耕作規模1至2公頃的農場，其負向影響因素僅有中間投入因素價格一項，但不顯著。正向影響因素則有產量、使用成本、勞動價格（工資）、耕作規模與時間等，其中又以勞動價格的影響較為顯著，表示經由勞動價格的上升將使勞動與資本間的替代效果更加明顯，使得資本投入增加達到最適狀態。耕作規模2公頃以上農場其負向影響因素有產量及中間投入因素價格，其中以產量的影響較為明顯，正向影響因素有使用成本、勞動價格（工資）、耕作規模與時間等，其中以擴大耕作規模影響較為顯著。經由上述分析可知，不同耕作規模別農場要達到最適資本存量，擴大耕作規模是一項重要因素。

## 二、建 議

本研究係採用成本極小化的動態投資模型來分析農家投資行為，然最適控制理論方法有許多類型，以成本極小化假設分析僅能反映農家生產上決策的因素之一，倘能以利潤最大化的最適理論分析，不僅可與本研究結果作一印證，更可使最適控制理論在農家投資行為上的應用更為完整。

本研究主要是針對記帳農家作農場投資行為的分析，在記帳農家中大多偏向作物型的農場。為能進一步了解整體農場投資行為，有關畜產、養殖漁業以及花卉和特用作物等均有待作進一步的研究，蓋這些農場的投資行為可能有別於一般作物型農場的投資行為。

國立中興大學

National Chung Hsing University



## 參考文獻

1. 李朝賢，方天人，郭迪賢，台灣農業供給反應與資產固定性之研究，研究報告，國立中興大學農業經濟研究所，民國七十八年七月。
2. 李朝賢，台灣農業投資行為之研究，研究報告，國立中興大學農業經濟研究所，民國七十九年七月。
3. 林維垣，「廠商資金流量動態體系及最適投資理論」，東吳經濟學報，第四期，民國七十一年九月。
4. 施能仁，台灣農產進口之最適控制研究，興大農經所博士論文，民國七十六年十二月。
5. 陳新友，「農業投資與資金需要」，農業金融論叢，第 1輯，民國六十八年元月。
6. \_\_\_\_\_，「農業資本的投資報酬問題」，台灣農業金融問題研討會論文集，民國七十四年七月。
7. Aoki, M., Optimal Control and System Theory in Dynamic Economic Analysis，台北開發圖書有限公司，1976。
8. Epstien, L.G. and M.G.S. Denny, "The Multivariate Flexible Accelerator: Its Empirication and an Application to U.S. Manufacturing", Econometrica, 51, 1983, pp.647-674.
9. Godo, Y., "Effects of stock of Agricultural Machines and Implements on profit from Rice Farming," Japanese Journal of Farm Management, 27(1988), pp.1-9.
10. Intriligator, M.D., Mathematical Optimization and Economic Theory, Prentice-Hall, 1971.
11. Ito Junichi, "Dynamic Model of Investment Behavior of Farms: An Application of Optimal Control Theory", Japan, Tokyo, National Research Institute of Agricultural Economics Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, 1991.

## Dynamic Analysis of Farm Investment Behavior in Taiwan --An Application of Optimal Control

Chaur-Shyan Lee, Tai-Ying Chiu, Sin-Win Liu\*

李朝賢 邱泰穎 劉欣芸

### Summary

This research is based on the optimal control theory to establish the dynamic model of investment for analysing the efficiency of capital investment among the different patterns of cultivated farms and size of farms.

Data used for this paper mainly comes from continuative record-keeping farm families, such as rice, fruit, and multi-crop farms in Taiwan from 1972 to 1991.

The finally results shown that the investment behavior of rice farms is too conservative, fruit farms are over invested and multi-crop farms exhibit high variations in investment. There is an inverse relationship between investment behavior and real interest rate. 2 to 7 years for adjusting from real investment to optimal capital stock are needed for all farms. From the analysis of elasticity, the characteristics of Le Chaterlier Principle are very significant in individual farm. The most important positive factor which affecting farms' optimal capital stock is the wage rate, and the negative factor is the price of intermediate inputs for both different patterns and size of farms.

---

\* The authors are professor, Ph.D. candidate and teaching assistant in the Research Institute of Agricultural Economics, National Chung Hsing University, respectively.